

Roll No .....

**AU/ME-302 (GS)****B.Tech., III Semester**

Examination, November 2022

**Grading System (GS)****Thermodynamics****Time : Three Hours****Maximum Marks : 70****Note:** i) Attempt any five questions.

किन्हीं पाँच प्रश्नों को हल कीजिए।

ii) All questions carry equal marks.

सभी प्रश्नों के समान अंक हैं।

iii) In case of any doubt or dispute the English version question should be treated as final.

किसी भी प्रकार के संदेह अथवा विवाद की स्थिति में अंग्रेजी भाषा के प्रश्न को अंतिम माना जायेगा।

1. a) Show that heat is a path function and not a property.

दिखाएँ कि ऊष्मा एक पथ फलन है ना कि गुण।

b) A new scale N of temperature is divided in such a way that the freezing point of ice is  $100^{\circ}\text{N}$  and the boiling point is  $400^{\circ}\text{N}$ . What is the temperature reading on this new scale when the temperature is  $150^{\circ}\text{C}$ ? At what temperature both the Celsius and the new scale reading would be the same?

तापमान के एक नए पैमाने N को इस तरह से विभाजित किया जाता है कि बर्फ का हिमांक  $100^{\circ}\text{N}$  होता है और क्वथनांक  $400^{\circ}\text{N}$  होता है। जब तापमान  $150^{\circ}\text{C}$  होता है, तो इस नए पैमाने पर तापमान का पाठ्यांक क्या होता है? किस तापमान पर सेल्सियस और नए पैमाने की रीडिंग दोनों समान होंगी?

2. a) Discuss why does the enthalpy of air-vapour mixture remains constant during an adiabatic saturation process.

चर्चा करें कि रुद्धोष्म संतृप्ति प्रक्रिया के दौरान वायुवाष्प मिश्रण की एन्थैल्पी स्थिर क्यों रहती है।

b) A rigid close tank of volume  $3\text{m}^3$  contains 5 kg of wet steam at a pressure of 200 kPa. The tank is heated until the steam becomes dry saturated. Determine final pressure and heat transfer to the tank.

$3\text{m}^3$  आयतन के एक कठोर बंद टैंक में 200 kPa के दबाव पर 5 किलो गीली भाप होती है। टैंक को तब तक गर्म किया जाता है जब तक भाप शुष्क संतृप्त न हो जाए। टैंक में अंतिम दबाव और गर्मी हस्तांतरण निर्धारित करें।

3. A piston-cylinder device operates 1 kg of fluid at 20 atm. pressure. The initial volume is  $0.04\text{m}^3$ . The fluid is allowed to expand reversibly following a process  $pV^{1.4} = \text{constant}$  so that the volume becomes double. The fluid is then cooled at a constant pressure until the piston comes back to the original position. Keeping the piston unaltered, heat is added reversibly to restore it to the initial pressure. Calculate the work done in the cycle.

एक पिस्टन-सिलेंडर डिवाइस 20 atm दबाव पर 1 किलो तरल पदार्थ संचालित करता है। प्रारंभिक मात्रा  $0.04 \text{ m}^3$  है। एक प्रक्रिया  $pV^{1.4} = \text{स्थिरांक}$  के बाद द्रव को उत्क्रमणीय रूप से फैलने दिया जाता है ताकि आयतन दोगुना हो जाए। तब तक द्रव पदार्थ को स्थिर दबाव पर ठंडा किया जाता है जब तक कि पिस्टन अपनी मूल स्थिति में वापस नहीं आ जाता। पिस्टन को अपरिवर्तित रखते हुए, इसे प्रारंभिक दबाव में बहाल करने के लिए गर्मी को विपरीत रूप से जोड़ा जाता है। चक्र में किए गए कार्य की गणना करें।

4. a) Write short notes on "Mollier diagram". Why do isobars on the Mollier Diagram diverge from one another?  
'मोलियर डायग्राम' पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। मोलियर आरेख पर समदाब रेखाएँ एक दूसरे से अलग क्यों हो जाती हैं?
- b) A pressure cooker holding 2 kg of steam at 5 bar and 90% dry is being cooled slowly. What quantity of heat must be extracted so as to reduce the steam quality down to 60%? Also calculate the pressure and temperature of the steam that remains in the pressure cooker after the heat rejection.  
एक प्रेशर कुकर में 5 बार में 2 किग्रा. भाप है और 90% शुष्क है, इसे धीरे-धीरे ठंडा किया जा रहा है। भाप की गुणवत्ता को 60% तक कम करने के लिए कितनी मात्रा में ऊष्मा निकाली जानी चाहिए? साथ ही हीट रिजेक्शन के बाद प्रेशर कुकर में रहने वाली भाप के दबाव और तापमान की गणना करें।
5. a) Explain the free expansion process.  
मुक्त विस्तार प्रक्रिया को समझाइए।
- b) An engine works on a diesel cycle with an Inlet pressure and temperature of 1 bar and  $17^\circ\text{C}$ . The pressure at the end of the adiabatic compression is 35 bar. The ratio of expansion, i.e. after constant pressure heat addition is 5. Calculate the heat addition, heat rejection and efficiency of the cycle. Assume  $\gamma = 1.4$ ;  $C_p = 1.005 \text{ kJ/kgK}$ ;  $C_v = 0.717 \text{ kJ/kgK}$

एक इंजन एक इनलेट दबाव 1 बार और  $17^\circ\text{C}$  के तापमान के साथ डीजल चक्र पर काम करता है। एडियाबेटिक संपीड़न के अंत में दबाव 35 बार है। विस्तार का अनुपात, यानी लगातार दबाव के बाद गर्मी का जोड़ 5 है। गर्मी के अतिरिक्त, गर्मी अस्वीकृति और चक्र की दक्षता की गणना करें। मान लें  $\gamma = 1.4$ ;  $C_p = 1.005 \text{ kJ/kgK}$ ;  $C_v = 0.717 \text{ kJ/kgK}$

6. a) Prove that the COP of the reversible refrigerator operating between two given temperatures is the maximum.  
सिद्ध कीजिए कि दिए गए दो तापमानों के बीच चलने वाले उत्क्रमणीय रेफ्रिजरेटर का COP अधिकतम होता है।
- b) A steam pressure of holding capacity  $4 \text{ m}^3$  contains a mixture of saturated water and saturated steam at  $250^\circ\text{C}$ . The mass of the liquid present is 1 ton. Determine
  - i) Quality
  - ii) Specific Volume
  - iii) Specific Enthalpy
  - iv) Specific Entropy
  - v) Specific Internal Energy of steam
 धारण क्षमता  $4 \text{ m}^3$  के वाष्प दाब में संतृप्त जल और  $250^\circ\text{C}$  पर संतृप्त भाप का मिश्रण होता है। उपस्थित द्रव का द्रव्यमान 1 टन है। निर्धारित करें।
  - i) गुणवत्ता
  - ii) विशिष्ट आयतन
  - iii) विशिष्ट एन्थैल्पी
  - iv) विशिष्ट एन्ट्रॉपी
  - v) भाप की विशिष्ट आंतरिक ऊर्जा

7. (a) What is a constant volume gas thermometer? Why is it preferred to a constant pressure gas thermometer?

एक स्थिर आयतन गैस थर्मामीटर क्या है? स्थिर दाब गैस तापमापी की तुलना में इसे वरीयता क्यों दी जाती है?

- b) A balloon which is initially collapsed and flat is slowly filled with hydrogen at 100 kPa so as to form it into a sphere of radius 1 m. Determine the work done by the gas in the balloon during the filling process.

एक गुब्बारा जो शुरू में ढहा और सपाट होता है, धीरे-धीरे 100 kPa पर हाइड्रोजन से भर जाता है ताकि इसे 1 मीटर त्रिज्या के गोले में बनाया जा सके। भरने की प्रक्रिया के दौरान गुब्बारे में गैस द्वारा किए गए कार्य का निर्धारण करें।

8. A reversible heat engine operates between two reservoirs at temperatures of 600°C and 40°C. The engine drives a reversible refrigerator which operates between reservoirs at temperatures of 40°C and -20°C. The heat transfer to the engine is 2000 kJ and the network output of the combined engine-refrigerator plant is 360 kJ. <https://www.rgpvonline.com>

- a) Evaluate the heat transfer to the refrigerant and the net heat transfer to the reservoir at 40°C.
- b) Reconsider (i) given that the efficiency of the heat engine and the COP of the refrigerator are each 40% of their maximum possible value.

एक उत्क्रमणीय ऊष्मा इंजन 600°C और 40°C के तापमान पर दो जलाशयों के बीच कार्य करता है। इंजन एक प्रतिवर्ती रेफ्रिजरेटर चलाता है जो जलाशयों के बीच 40°C और -20°C के तापमान पर संचालित होता है। इंजन में गर्मी हस्तांतरण 2000 kJ है और संयुक्त इंजन रेफ्रिजरेटर संयंत्र का नेटवर्क आउटपुट 360 kJ है।

- अ) रेफ्रिजरेटर में गर्मी हस्तांतरण और 40°C पर जलाशय में शुद्ध गर्मी हस्तांतरण का मूल्यांकन करें।
- ब) पुनर्विचार (i) दिया गया है कि गर्मी इंजन की दक्षता और रेफ्रिजरेटर की COP प्रत्येक उनके अधिकतम संभव मूल्य का 40% है।

\*\*\*\*\*